

LA RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES: APLICACIONES DE LAS SUSTANCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES: APLICACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**AUTORAS: Mery Caridad Michell Fuentes¹María Myrna Castillo Rodríguez²DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: mery@uo.edu.cu

Fecha de recepción: 12-08-2017

Fecha de aceptación: 26-09-2017

RESUMEN

La relación entre la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias, constituye un aspecto esencial en la dirección del proceso de enseñanza de la Química en los diferentes niveles educativos; su tratamiento favorece el análisis lógico de los conceptos sustancia y reacción química, y sienta las bases para la comprensión del impacto social de esta ciencia.

PALABRAS CLAVE: sustancia; reacción química; estructura; propiedad; aplicaciones.

THE RELATIONSHIP STRUCTURE-PROPERTIES: APPLICATIONS OF THE SUBSTANCES AT CHEMISTRY TEACHING**ABSTRACT**

The relationship between the structure, the properties and the applications of the substances, constitutes an essential aspect in the direction of the process of teaching Chemistry in the different educational levels; its treatment favors the logical analysis of the concepts substance and chemical reaction, and lays the bases for the understanding of the social impact of this science.

KEYWORDS: substances; chemistry reaction; structure; properties; applications.

INTRODUCCIÓN

La asignatura Química posibilita el desarrollo de una concepción científico-materialista del mundo, a partir de su sistema conceptual (leyes, teorías y principios) que permiten entenderla como una ciencia teórico-experimental con la apropiación, sistematización, ampliación y profundización de los conceptos sustancia y reacción química.

Una de las dificultades identificadas para el aprendizaje de esta ciencia en los diferentes contextos y niveles educacionales está relacionada con la necesaria abstracción mental que implica establecer el vínculo entre el comportamiento macroscópico de las sustancias (propiedades y aplicaciones), con su estructura microscópica (átomos, moléculas, iones, tipos de

¹ Doctora en Ciencias Pedagógicas. Especialidad Química. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

² Doctora en Ciencias Pedagógicas. Especialidad Química. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: myrnac@uo.edu.cu

redes), que las determinan. Esta problemática ha motivado innumerables estudios dirigidos a profundizar en el tratamiento didáctico a esta relación como parte esencial del contenido químico.

Los currículos de la Química escolar en Cuba sistematizan el tratamiento a la relación estructura – propiedades – aplicaciones de manera explícita a través de sus programas, desde donde se sistematiza la predicción y el análisis lógico del comportamiento de las sustancias en la vida, y se propicia el desarrollo de un proceso de enseñanza aprendizaje que armoniza el carácter científico y social inherente al desarrollo de esta ciencia con su aprendizaje.

Resulta imprescindible profundizar en el estudio de la relación, en tanto una adecuada concepción de su abordaje desde el punto de vista didáctico metodológico favorece una mejor comprensión del contenido químico, sobre todo en los niveles generales de la educación; cuyo análisis se contextualiza en el presente trabajo, a la luz del actual perfeccionamiento de los programas de Química de la Educación General Media y la formación del docente de esta especialidad en la educación superior pedagógica.

DESARROLLO

En el trabajo, por medio de la aplicación de métodos teóricos como el análisis – síntesis, inducción – deducción y ascenso de lo concreto a lo abstracto se sistematizan e integran resultados del estudio del tratamiento didáctico a la relación entre la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias en el currículo de Química de la escuela media cubana, así como la visión de su manejo en la concepción del profesional de la educación para esta asignatura. Se toman como fuentes los correspondientes programas de asignatura, así como los resultados de diferentes trabajos de investigadores nacionales y foráneos sobre el tema.

Resultados y discusión

La relación estructura propiedades aplicaciones de las sustancias en la concepción curricular de la química escolar y la formación del profesor para su enseñanza.

Los programas de Química en las educaciones media, media superior, y superior pedagógica cubanas, asume como conceptos básicos para su enseñanza los de sustancia y reacción química; como concreción en la enseñanza de esta ciencia de su objeto de estudio, alrededor de los cuales se organiza, profundiza y sistematiza el contenido de las asignaturas químicas. Tomando en consideración el papel de los conceptos como piedra angular del conocimiento, ambos conceptos se van sistematizando, ampliando y profundizando atendiendo a las etapas para su formación; proceso en el cual se tiene en cuenta que en todo concepto siempre hay un contenido de naturaleza social que no es resultado de la experiencia individual de un sujeto aislado, sino de todo el conocimiento anterior de la sociedad, perspectiva que puede ser incorporada al contenido de enseñanza como concreción del carácter social del proceso de enseñanza aprendizaje y del propio desarrollo de la ciencia en cuestión.

Para los autores Rojas, C., García, L. y Álvarez, A. (2002) el tratamiento al concepto sustancia constituye el primer reto al proceso enseñanza aprendizaje de la Química, pues “... nos encontramos ante un concepto de un grado de generalización tal, que para su definición debe subordinarse a otro concepto que no lo aporta la química como ciencia”. Una correcta definición de sustancia la asume como una derivación conceptual de la categoría filosófica materia, en tanto la sustancia es una de las variedades cualitativa en que se presenta la materia. Sin embargo, esta definición no resulta factible didácticamente, para el aprendizaje de la asignatura, sobre todo en los niveles medios, por su elevado grado de abstracción, que dificulta su comprensión, razón por

la cual en la mayoría de los programas de Química se trabaja la formación del concepto sustancia sin partir de su definición.

Predominantemente, el concepto de sustancia se introduce a un nivel empírico analítico, derivado del concepto cuerpo, entendida como aquello de lo que están constituidos los cuerpos, definición que resulta reduccionista y que desde el punto de vista lógico tiene como principales limitantes la de no incluir la totalidad de elementos que forman el concepto e incluir otros que no lo son, pero que resulta viable desde el punto de vista didáctico.

El concepto reacción química también se incorpora a un nivel empírico analítico en la secundaria básica, al definirla como la transformación de una o más sustancias en otra u otras con propiedades diferentes a las sustancias que reaccionan; se transita al nivel teórico en el preuniversitario cuando se identifica con procesos en los cuales tienen lugar cambios estructurales, con el rompimiento y la formación de nuevos enlaces químicos, que originan nuevas sustancias, con absorción o desprendimiento de energía calorífica más o menos apreciable.

En la práctica, las reacciones químicas pueden ser identificadas como concreción de las propiedades químicas de las sustancias, lo cual favorece el proceso de formación de ambos conceptos, en este sentido se debe tener en cuenta la dificultad que puede representar la relación no biunívoca entre la estructura y las propiedades de las sustancias, según lo cual los sistemas con la misma estructura tienen las mismas propiedades pero no ocurre lo mismo en sentido inverso; dos sistemas con una misma propiedad no necesariamente tienen la misma estructuras.

Los conceptos sustancia y reacción química, devienen en las líneas directrices generales de la concepción curricular de la enseñanza de la Química en la escuela media y la formación de docentes en Cuba y se complementa con otras líneas específicas, tanto de carácter instructivo como educativo, relacionadas con el experimento químico escolar, el lenguaje químico, el cálculo en química, la ley periódica, la interdisciplinariedad, la educación ambiental, la formación político ideológico y la politécnica – laboral, las cuales sistematizan, concretan y profundizan el estudio de las sustancias y las reacciones químicas.

El tratamiento didáctico metodológico a la formación de ambos conceptos se concibe de forma tal que los alumnos dominen de forma lógica tanto su contenido como su definición (este último solo en el caso de concepto de reacción química) y en correspondencia con el nivel del desarrollo psicológico del estudiante; se transita por los diferentes niveles del pensamiento, desde el empírico analítico para su definición en octavo grado, hasta el nivel de la disociación electrolítica en onceno grado, pasando por el nivel de la teoría atómico-molecular y el nivel de la estructura del átomo.

Es criterio de autores como Ferro, V. y Jontez-Cruz, R. (1996) y Pérez. R. (2015), que el problema central de la enseñanza de la Química es el concepto reacción química y que el de sustancia se incorpora durante el estudio del primero, categorizando así el concepto reacción química como el esencial. S embargo, un análisis del sistema de conocimiento de la química escolar ratifica la consideración de ambos conceptos como fundamentales en su estructuración, a través de los perfeccionamientos educacionales que se han sucedido desde la década del setenta del pasado siglo hasta la actualidad, posición que se comparte, reconociendo la importancia del abordaje del concepto sustancia, pues son estas a partir de sus propiedades, ya sean físicas, físico-químicas o químicas (reacciones), las que tienen un impacto en la vida. Esto explica el hecho de que sea el concepto de partida en la concepción del curso de Química en la enseñanza media, al

tiempo que desde esta mirada, se privilegia el análisis de la relación del hombre con las sustancias, como concreción de una relación de mayor connotación, la relación hombre - naturaleza – sociedad.

Un análisis del sistema de conocimiento de los programas de esta asignatura revela cómo se van completando, profundizando y complementando ambos conceptos en la medida en que se avanza dentro de un mismo grado y al transitar de unos a otros.

Tabla No.1: sistematización y ampliación de los conceptos sustancia y reacción química a través de la química escolar.

Sistematización y ampliación del concepto sustancia	Sistematización y ampliación del concepto reacción química
<p>Las sustancias</p> <p>El Dioxígeno.</p> <p>Elemento químico.</p> <p>Estructura química.</p> <p>Cantidad de sustancia.</p> <p>Los óxidos.</p> <p>Las sales.</p> <p>Hidróxidos metálicos y no metálicos.</p> <p>Ley Periódica.</p> <p>El dihidrógeno.</p> <p>El agua.</p> <p>Los no metales.</p> <p>Disoluciones.</p> <p>Los metales.</p> <p>Hidrocarburos, alcoholes, aldehídos y cetonas, ácidos monocarboxílicos, aminas, carbohidratos y aminoácidos.</p>	<p>Las reacciones químicas. Definición (a nivel empírico analítico y de la teoría estructural)</p> <p>Reacción del dioxígeno con los metales y los no metales.</p> <p>Ley de conservación de la masa.</p> <p>Métodos de obtención de las sales.</p> <p>Propiedades químicas de los no metales.</p> <p>Las manifestaciones térmicas de las reacciones químicas. Ley de Hess)</p> <p>Leyes estequiométricas.</p> <p>Cinética de la reacción química.</p> <p>Equilibrio químico: molecular e iónico, Principio de Le Chatelier-Braun.</p> <p>La velocidad de las reacciones químicas.</p> <p>Reacciones de oxidación-reducción.</p> <p>Electroquímica.</p> <p>Propiedades químicas y métodos de obtención de hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos monocarboxílicos y aminas.</p>

Se observa también una ininterrumpida complementariedad en la formación de ambos conceptos de modo tal que en la medida en que se profundiza uno de ellos se sistematiza el otro, todo mediado por la más importante de las ideas rectoras para la enseñanza de esta ciencia en la Educación Media General en Cuba, que expresa: Las aplicaciones de las sustancias están condicionadas por sus propiedades y, estas a su vez, por su estructura química; idea portadora de una relación directa entre los tres componentes que la estructuran y que de manera simplificada se expresa como la relación estructura – propiedades – aplicaciones.

En la relación estructura-propiedades-aplicaciones está implícita la operacionalidad del

conocimiento científico:

De la contemplación viva --- la propiedad

al pensamiento abstracto --- la estructura

y de éste a la práctica --- la aplicación.

En la práctica, el abordaje de esta relación desde el punto de vista didáctico se sistematiza por medio de un par de relaciones causa-efecto, la relación estructura – propiedades y la relación propiedades – aplicaciones. Este fraccionamiento si bien posibilita explicar el segundo elemento de cada par respectivamente (propiedades y aplicaciones), limita la posibilidad de comprender dicha generalización en su totalidad y de percibir desde el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura, la relación entre el cuerpo teórico y la aplicación práctica propia de la ciencia y con ello, las claves de su surgimiento y desarrollo en el devenir histórico social de la humanidad.

Por otro lado, en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Química se ha consolidado el tratamiento a la primera relación (estructura – propiedad), no así a la relación propiedades aplicaciones, restringiendo la comprensión de los fundamentos del empleo de las sustancias químicas en todas las esferas de la vida, y en consecuencia, reduciendo el impacto educativo del contenido químico.

Para el estudio de las diferentes sustancias que forman parte de los programas de Química de las educaciones media y media superior se aplica una lógica didáctica que se expresa en primer lugar en el ordenamiento y estructuración de los temas, se sistematiza al interior de cada uno de ellos y constituye una propuesta lógica para el abordaje de cualquier sustancia. Esta secuenciación lógica se inicia con el estudio del estado natural de la sustancia objeto de estudio, transita a las propiedades físicas, luego a la estructura, nomenclatura y notación química, a continuación las propiedades químicas, los métodos de obtención y finalmente las aplicaciones; recorriendo el camino del conocimiento, se parte de lo fenomenológico, se transita a lo teórico y se vuelve a la práctica, ordenamiento que ha demostrado su eficacia en la práctica educativa, pero que no constituye una camisa de fuerza.

Los conceptos sustancia y reacción química se profundizan en la medida en que se estudian las principales compuestos químicos, se analizan las características que permite clasificarlos, al estudiarlos desde el punto de vista cuantitativo aplicando las leyes estequiométricas, al analizar la reacción desde el punto de vista termodinámico o cinético a través del estudio de la Ley de Hess, la velocidad de la reacción, el equilibrio químico: molecular e iónico, el Principio de Le Chatelier-Braun y su predicción desde el punto de vista electroquímico.

Las ideas rectoras según expresa Hedesá, Y. (2011) “constituyen un hilo conductor de inestimable valor metodológico, tanto para el docente como para los discentes, posibilitando así una mayor concentración en lo que se considera esencial del curso de química, en cada tema, unidad de contenido, grado y nivel de enseñanza.

Desde la Didáctica de la Química han sido precisadas un total de siete ideas rectoras, las que devienen en base para la estructuración de los programas docentes de la asignatura en el nivel medio educativo, su análisis nos revelan cómo, además de la ya analizada, desde varias de ellas se sistematiza el tratamiento didáctico a los conceptos sustancia y reacción química como líneas directrices del curso de Química:

- Entre todas las sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas, existen relaciones genéticas.

- Las propiedades de las sustancias simples y de las compuestas, presentan periodicidad química.
- La representación de las reacciones químicas, mediante ecuaciones químicas contribuyen a la comprensión del fenómeno químico, tanto en su forma cualitativa como cualitativa, así como los cambios energéticos en estos procesos.

El trabajo con estas ideas rectoras ha transversalizado la concepción curricular de la formación del profesional de la educación para la enseñanza de la Química a través del contenido de las diferentes disciplinas químicas, connotándose de manera explícita en las disciplinas Didáctica de la Química, Química Inorgánica y Química Orgánica, concebidas en función de estudiar el tratamiento didáctico metodológico al contenido químico la primera, y para profundizar en el estudio de los diferentes tipos de sustancias, las dos restantes.

En todos los planes de estudios para la formación del profesor de Química (desde el plan A hasta el actual plan E se ha connotado la importancia que se le concede al aspecto estructural, a partir del estudio de las principales teorías estructurales que explican la estructura de las sustancias y en particular la formación del enlace químico como premisa para profundizar en el análisis de sus propiedades y aplicaciones.

En este recorrido se transita desde las posiciones más elementales respecto al enlace químico (teoría de Lewis) hasta consideraciones mecánico – cuánticas (Teoría de Enlace de Valencia y Teoría de Orbitales Moleculares). También han sido objeto de estudio los métodos para su estudio; ya sea como parte de la disciplina Química General, Química Inorgánica, o como una disciplina independiente identificada como Estructura de las Sustancias. El análisis sobre las teorías que explican la estructura de las sustancias, se completa con el estudio de la Teoría Estructural de Butlerov al comenzar la Química Orgánica.

A partir del estudio de las principales teorías estructurales, se procede al estudio de los diferentes tipos de sustancias y sus principales propiedades, tanto físicas como químicas y químico-físicas, en su relación con los principales rasgos estructurales que las caracterizan; concretando de esta forma el tratamiento a la relación entre la estructura y las propiedades.

La implementación en la práctica educativa del sistemático perfeccionamiento de los planes de formación del profesional de la educación para la enseñanza de la Química y de los programas de esta asignatura en la Educación General Media, se ha caracterizado también por la simultánea incorporación de resultados de la actividad científico investigativa de docentes e investigadores sobre el tratamiento a la relación estructura propiedades aplicaciones en los más diversos contextos; relación que se reconoce como esencial para el aprendizaje de esta ciencia en los diferentes niveles educacionales.

Se ha modelado el estudio de las sustancias desde el punto de vista "estático" y "dinámico" sobre la base del reconocimiento de esta relación como la base teórica y metodológica para el estudio de las sustancias simples y compuestas, tomando como referente la formulación de una generalización con carácter de ley que expresa la importancia que se le concede desde el punto didáctico: "En el proceso pedagógico de la Química, la relación que se establece entre la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias constituye la esencia para la organización de su enseñanza y aprendizaje" Pérez, R. (2015).

Romero, C. (2005) trabaja la formación del concepto sustancia, desde las perspectivas teóricas y fenomenológicas, y en correspondencia con los diferentes niveles educativos, revelando como sus cualidades esencial la estructura, las propiedades y las aplicaciones; y particularmente, la comprensión de la relación existente entre estas tres categorías, la cual se concibe como una relación de naturaleza epistemológica.

Castillo, M. (2006) tomando como punto de partida los principios didácticos generales, las leyes para la enseñanza de la química, el objeto, lógica y método de la química como ciencia, unido a las exigencias en la formación de docentes; formuló el principios del carácter sistematizador e integrador de los contenidos sobre la relación causal estructura – propiedades – aplicaciones en el estudio de las sustancias química. Este principio se revela de manera implícita como fundamento del diseño de disciplinas químicas para la formación de este profesional al tiempo que se reconoce su potencialidad para regular la actividad de docentes y estudiantes en función del aprendizaje de los conceptos químicos esenciales.

Michell, M. (2009) destaca cómo el tratamiento didáctico metodológico a la relación estructura, propiedades, aplicaciones manifiesta un carácter causal, en virtud de la existencia de una relación causa efecto que posibilita la previsión de una categoría a partir del conocimiento de otra, lo cual las hace deducible en el proceso de enseñanza aprendizaje, cuya sistematización revela una importante contribución al desarrollo del pensamiento lógico del estudiante. La predicción se convierte así en una habilidad de gran importancia en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de esta ciencia.

Resulta significativo subrayar que en correspondencia con la concepción y/o las aspiraciones de los currículos, se puede acceder al análisis de la relación indistintamente por cualquiera de los tres elementos que la estructuran (la estructura, las propiedades o las aplicaciones) sin que se afecte su esencia causal.

Se recalca la complejidad de cada una de estos tres elementos, en tanto los términos estructura, propiedades y aplicaciones son síntesis de un número importante de elementos que se integran y caracterizan a las sustancias. La estructura, por ejemplo, incluye el tamaño de las partículas, el tipo de enlace y la geometría, entre otros. Estas autoras reconocen el significado de dicha relación para revelar las potencialidades educativas del contenido químico, particularmente en lo referido a las propiedades y las aplicaciones, que permiten identificar los principios en que se fundamenta el rol que desempeñan las sustancias en la vida y las posibilidades de optimizar su uso.

La sistematización de la relación propiedades aplicaciones favorece la comprensión y valoración de la contribución de la ciencia al mejoramiento de la vida de las personas, al tiempo que promueve una proyección ético axiológica responsable, respecto a problemáticas como la conservación del medio ambiente, el ahorro de las fuentes de energía, el empleo racional de las sustancias en la vida cotidiana, la conservación de la salud y el desarrollo económico-social, como principal impacto formativo de química.

CONCLUSIONES

Se reconoce la importancia de abordar el tratamiento didáctico metodológico de la relación estructura propiedades aplicaciones destacando su condición de relación causal, que posibilita un proceder lógico en la formación y profundización de los conceptos sustancias y reacción química en el proceso de enseñanza aprendizaje e la Química. Esta concepción favorece una consecuente utilización de las sustancias en la vida sobre la base de esta integridad química y permite

comprender su interacción con la calidad de vida, la salud y el medio ambiente, desde donde se potencia el impacto formativo de la asignatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berlanga, M.L. y otros. (2001). Estudio de la relación estructura- propiedades: oportunidad para enseñar a investigar en condiciones modestas. En Revista Educación Química de la UNAM, vol 2, no 4. oct- dic 2001. p194- 197.

Castillo Rodríguez, M. M. (2006). “Los principios didácticos para la enseñanza de la Química, su aplicación en la disciplina Química Orgánica”, Revista Cubana de Química, 2006, XVIII, (2) 44- 45.

Ferro, V. R.; González Jonte, R. H. (1995). “Una reflexión curricular sobre la enseñanza de la estructura de la sustancia en la formación de profesores de Química”, Revista Enseñanza de las Ciencias, 1995, 13(3), 371-377.

Hedesa Pérez, Y. J. (2011). Didáctica de la Química: Una experiencia Cubana. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2011. 214.

Michell Fuentes, M. C. (2009). “Una propuesta didáctico metodológica para la enseñanza aprendizaje de las sustancias y las reacciones químicas en vinculación con la vida”, Revista Cubana de Química. 2009, XVIII, (2)

Pérez. Matos, R. W. (2015). “Una forma diferente de enseñar la Química Inorgánica”, 2015 Rev. Cubana Quím. 2015, 27 (2) 197-203.

Rojas. C., García, L y Álvarez, A. (2002). Metodología de la enseñanza de la Química. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2002. 334

Romero Ochoa, C. (2005). Concepciones teóricas para la elaboración de un sistema de tareas para el estudio de la relación estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias. Revista Ciencias Holguín. Volumen 11. Número 3. 2005.